

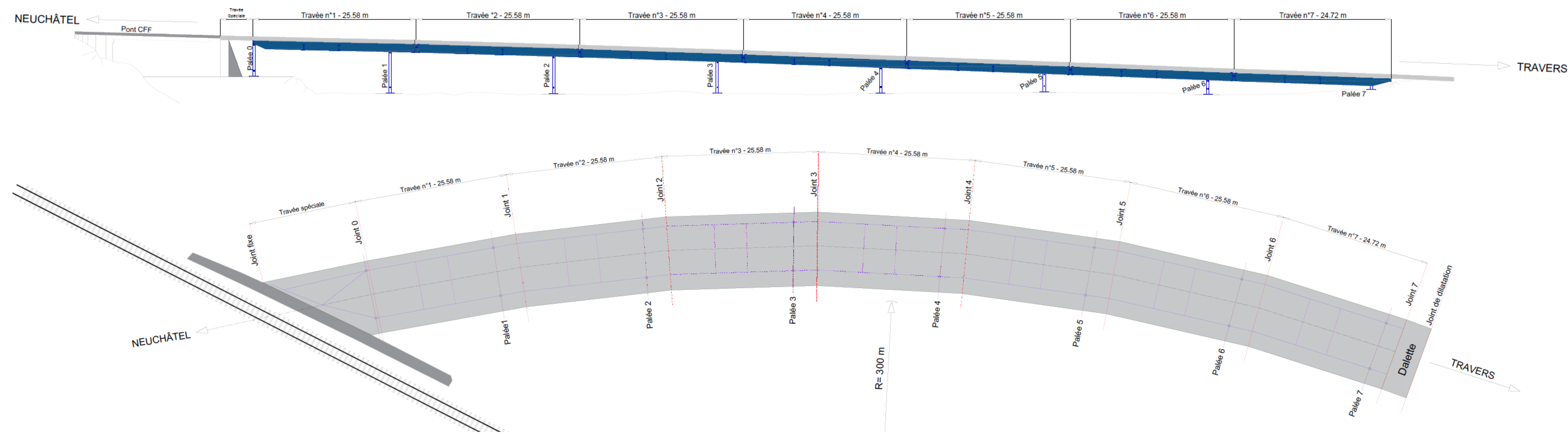
Viaduc du Crêt-de-l’Anneau: Vérification d’une structure existante au moyen du monitoring

Auteur : Ozan Üründü

Encadrement : Prof. Eugen Brühwiler<sup>1</sup> / Philippe Schiltz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de maintenance, construction et sécurité des ouvrages (MCS), EPFL

Lausanne, le 9 février 2018



1. Introduction

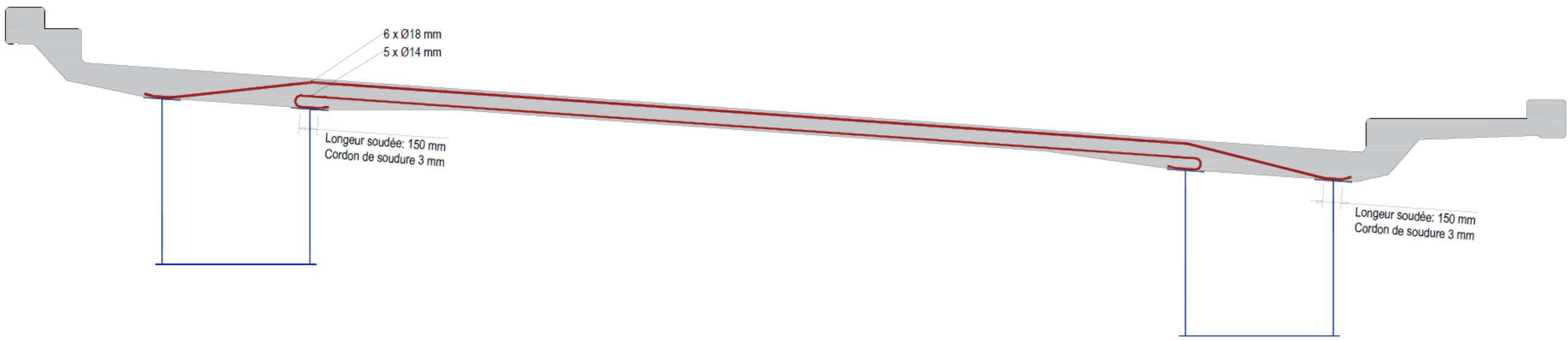
La mauvaise qualité du sol de fondation pousse les ingénieurs du Viaduc du Crêt-de-l’Anneau à proposer une structure très légère. Muni de nombreux joints Gerber, le tablier en acier-béton mixte du pont est également capable d’encaisser les tassements différentiels. Après 60 ans, il est toujours en service au Val-de-Travers dans le canton de Neuchâtel. Néanmoins, la sécurité structurale du viaduc est remise en question depuis quelques années et il a été décidé de remplacer l’ouvrage en 2027, à l’âge de 70 ans. N’étant pas convaincu par cette décision, le laboratoire MCS, en collaboration avec le Canton de Neuchâtel, a décidé de munir le tablier d’appareils de mesures et d’effectuer une revérification structurale. L’ouvrage a donc une longueur totale de 194,8 m avec une courbure de R= 300 m. Les 194,8 m sont composés de 7 travées d’environ 25,5 m, et d’une travée spéciale qui fait la transition entre l’ouvrage mixte et le pont CFF. Le système statique longitudinal peut être assimilé à une série de poutres simples articulées entre elles.

2. Système de monitoring et l’essai de charge

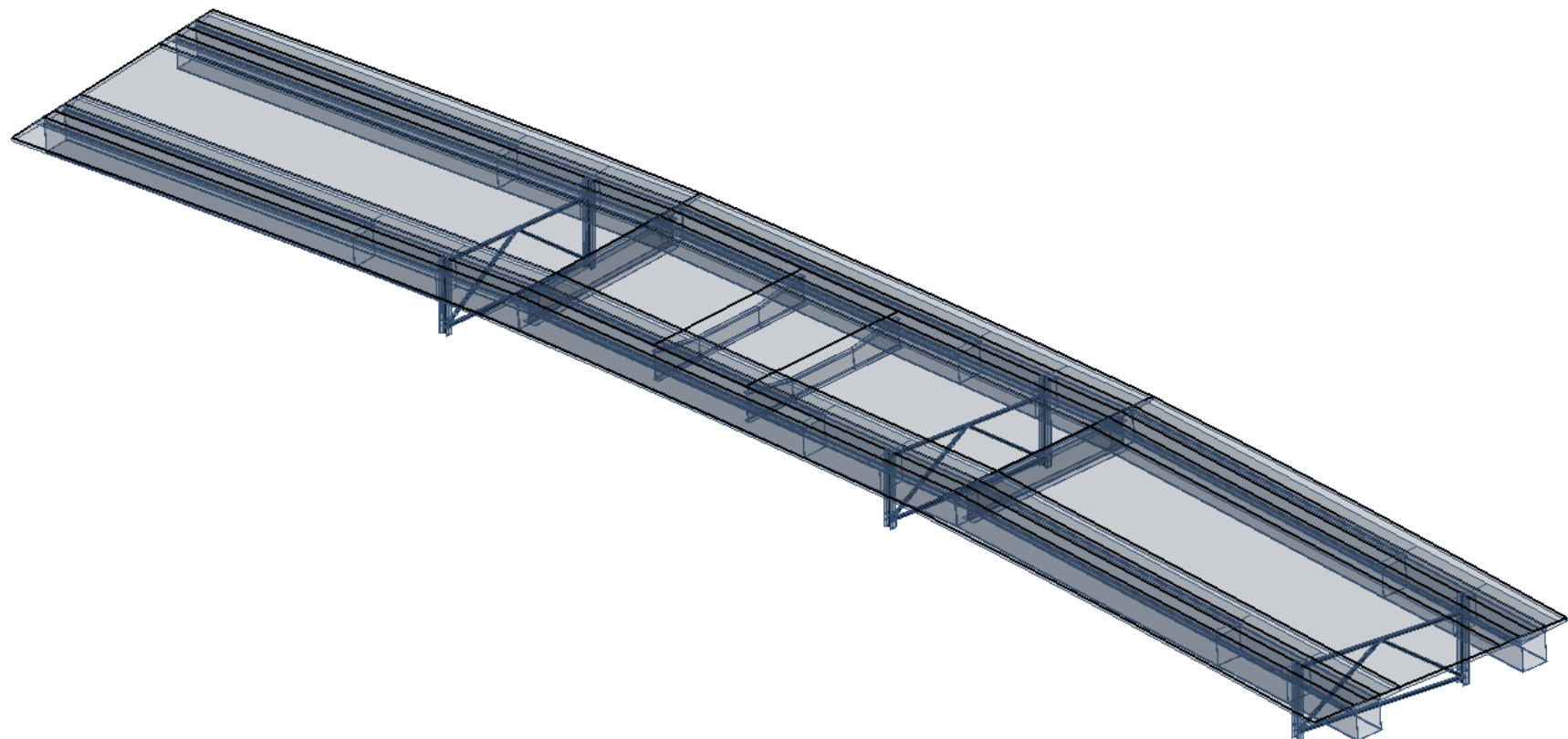
Un système de mesure composé des capteurs de flèches, jauges de déformation et de thermocouples a été installé sur les travées 2 et 4 du Viaduc du Crêt-de-l’Anneau entre le 13 et 15 juin 2016. Le système comprend 5 capteurs de déformations, 5 jauges de déformation (2 sur les barres d’armature longitudinale, 2 sur les barres d’armature transversale et 1 sur la semelle inférieure du caisson extérieur de la travée 4). De plus, plusieurs thermocouples sont présents sur la face inférieure de la dalle pour mesurer l’effet de la température. Quelques jours après la mise en place du système de monitoring, un essai de charge a été réalisé afin de mesurer l’état actuel du pont. Un camion chargé jusqu’à la limite légale de la route a réalisé 8 passages en variant la vitesse, la position et le sens.

3. Modélisation de l’ouvrage sur SCIA

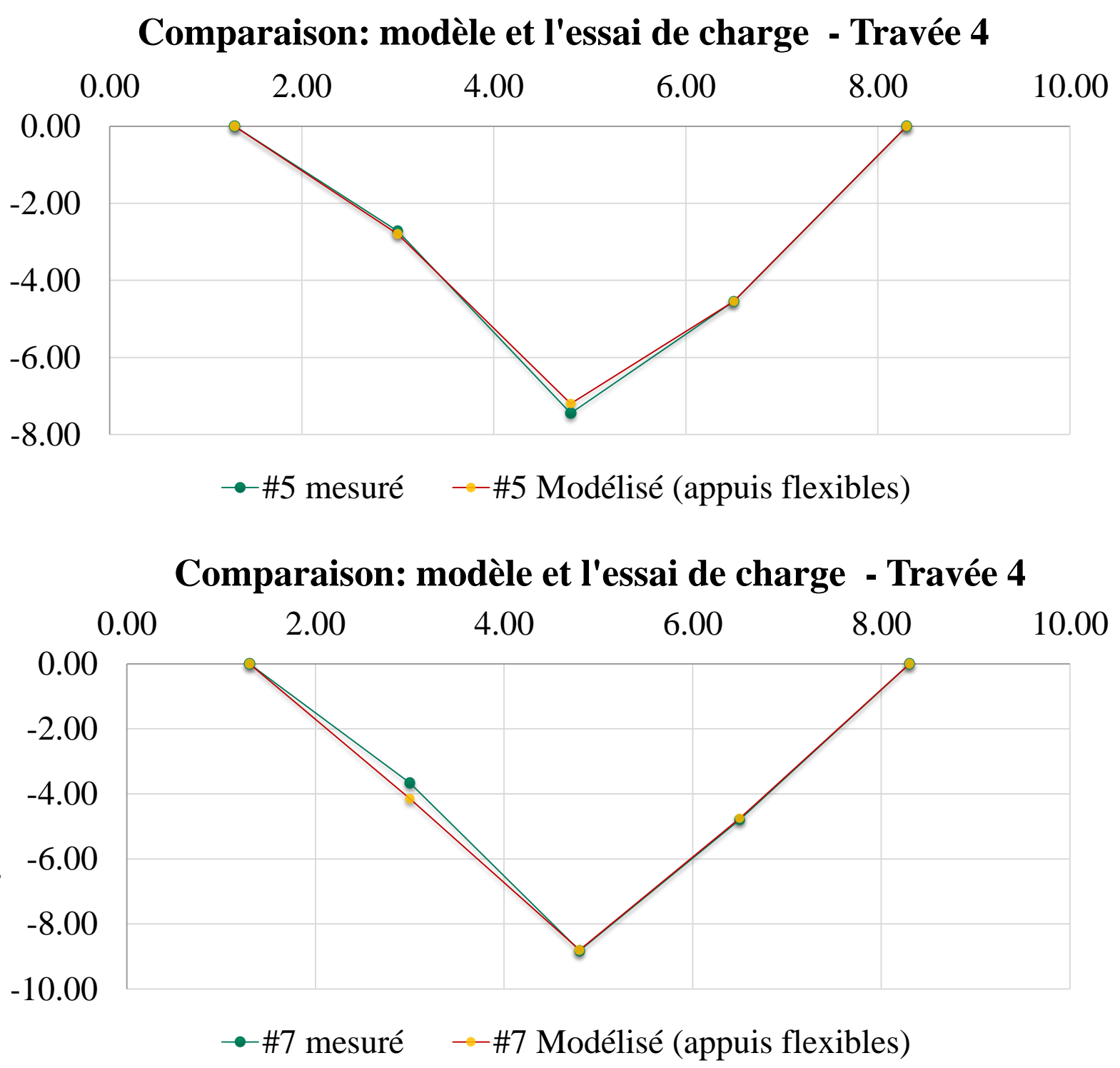
Le viaduc a été modélisé en trois dimensions sur le logiciel d’éléments finis, SCIA. Le modèle a été calibré à l’aide des résultats de l’essai de charge. Ainsi, il a été déterminé que le degré d’encastrement transversal de la dalle en béton armé était environ 47% (supposé 100% encastré en 1957).



Section transversale existante, les barres d’armatures transversales soudées sur les caissons



Modélisation 3D sur SCIA

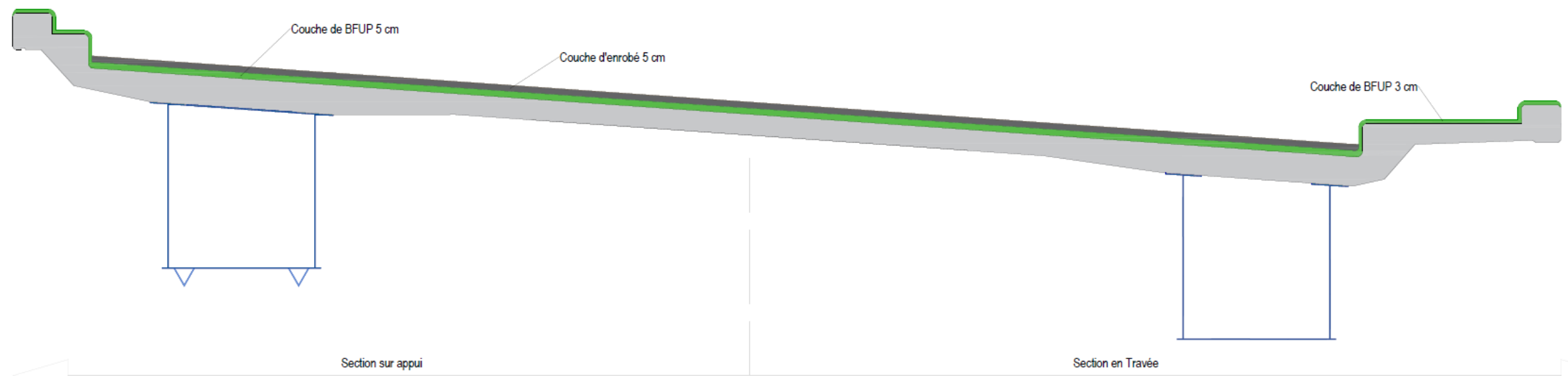


3. Vérification structurale

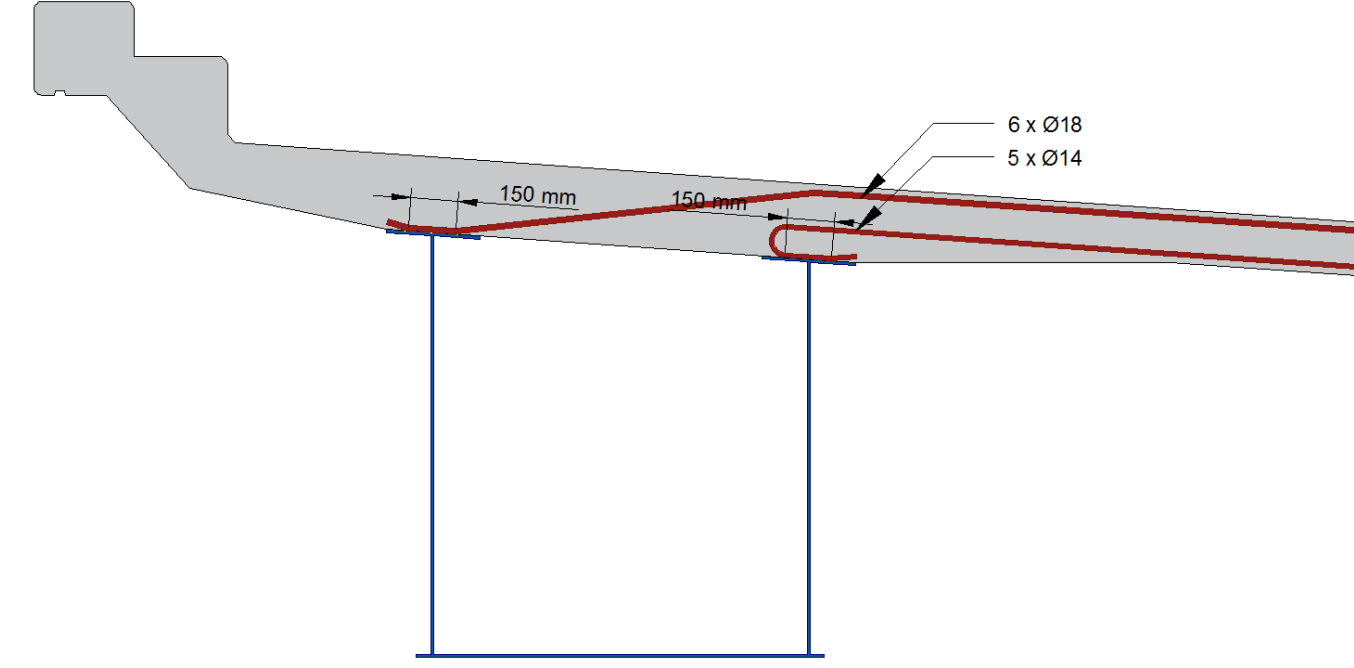
La vérification selon les normes relatives aux structures existantes a conclu que l’ouvrage aurait besoin d’un léger renforcement au niveau de la dalle en béton armé. La sécurité structurale aurait donc pu être obtenue avec une couche de BFUP non armé. Cependant, sous le chargement selon les modèles proposés par la norme SIA 261, des renforcements à tous les niveaux seraient nécessaires. Le projet d’intervention devrait donc comprendre la section transversale, la section mixte dans le sens longitudinal et les poteaux des palées. Par conséquent, les renforcements selon la SIA 261 coûteraient 60% plus chers que le projet d’intervention proposé selon les normes élaborées pour les structures existantes. Enfin, selon les mesures de contrainte avec le système de monitoring, l’utilisation normale de l’ouvrage ne s’approche jamais des cas extrêmes considérés dans les normes. De plus, avec la distribution de Gumbel la déformation maximale avec une probabilité de non dépassement de 99% (période de retour T=100 ans) a été calculée. En majorant cette dernière avec les coefficients de charge tirés des normes, il a été démontré que les barres d’armature transversales restaient toujours dans le domaine élastique.

4. Vérification à la fatigue

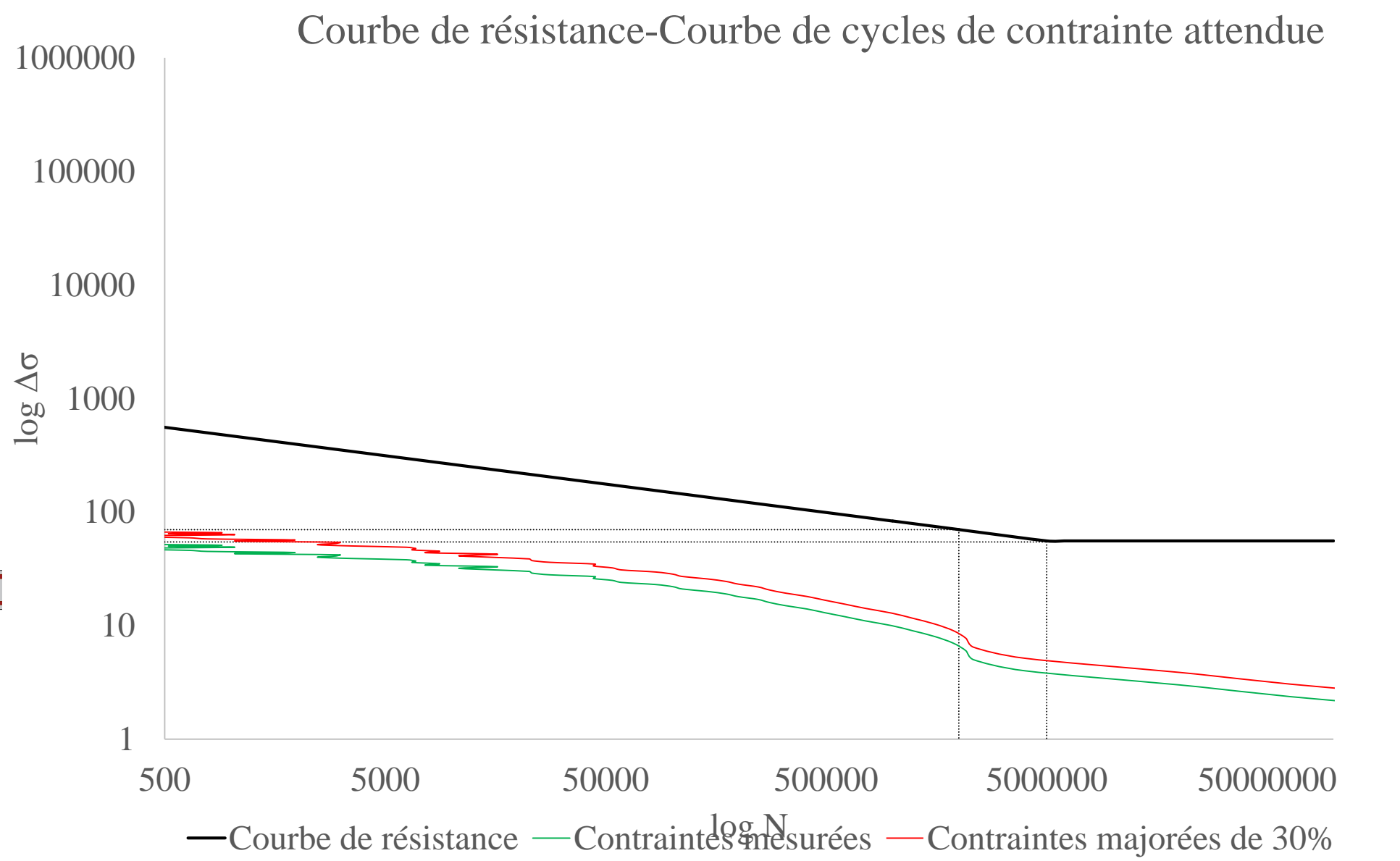
Les soudures des barres transversales sur les caissons ont été considérées comme étant des détails fragiles à la fatigue. N’ayant pas de mesures directement sur ces détails, les contraintes dans ces soudures ont été exprimées en fonction des contraintes mesurées dans les barres transversales en travée. Une section de soudure assez grande et la hauteur statique plus importante sur les caissons qu’en travée permettent de garder les différences de contrainte en dessous de la limite de troncature même pour le scénario le plus pessimiste (contraintes 30% plus élevées aux soudures).



Coupe transversale de la section renforcée



Détails vérifiés à la fatigue



3. Conclusion

Malgré les *bons* résultats provenant des mesures d’une année de monitoring, il est recommandé d’intervenir avec une couche de BFUP non armé. Cela permettra non seulement une bonne étanchéité de l’ouvrage mais aussi une meilleure rigidité tout en diminuant l’épaisseur de la couche d’asphalte (le poids propre ne subit pas de modification). La sécurité structurale n’étant pas en danger, l’intervention n’a pas d’urgence et peut être effectuée au moment du remplacement de l’enrobé pour diminuer les coûts.